

**BEST AVAILABLE COPY****PATENT ABSTRACTS OF JAPAN**

(11)Publication number : **11-077999**  
 (43)Date of publication of application : **23.03.1999**

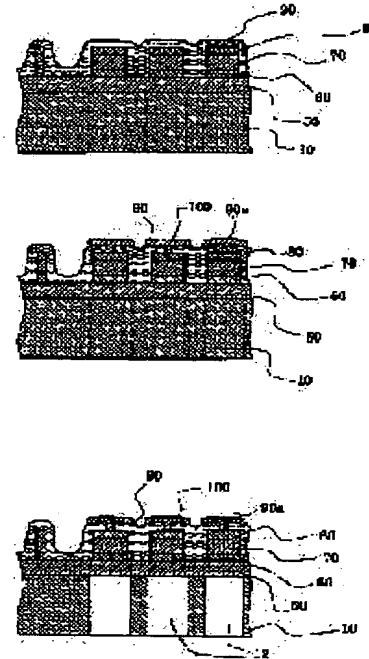
(51)Int.CI. **B41J 2/045**  
**B41J 2/055**

(21)Application number : **09-252214** (71)Applicant : **SEIKO EPSON CORP**  
 (22)Date of filing : **17.09.1997** (72)Inventor : **SAKAI MARI**

**(54) INK JET RECORDING HEAD****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an ink jet recording apparatus capable of preventing not only the crack, destruction or the like by the concn. of stress in a contact part but also the lowering of the displacement efficiency of the contact part.

**SOLUTION:** An ink jet recording head includes a piezoelectric vibrator consisting of the piezoelectric element layer 70 formed on the surface of a vibration plate and a piezoelectric element active part composed of the upper electrodes 80 formed on the surface of the piezoelectric element layer 70 and formed on the regions opposed to pressure generation chambers 12 and contact parts 90a are provided in the regions opposed to the pressure generation chambers 12. In this case, a conductor film 100 contains the contact parts 90a in a planar state and is extended to peripheral walls in at least two directions of the pressure generation chambers 12.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] **02.07.2001**

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] **3384294**

[Date of registration] **27.12.2002**

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] The diaphragm on which a part of pressure generating room which is open for free passage to a nozzle orifice is constituted, and a top face acts as a bottom electrode at least. It has the piezoelectric transducer which consists of the piezo electric crystal active section formed in the field which consists of an upper electrode formed in the front face of the piezo electric crystal layer formed in the front face of this diaphragm, and this piezo electric crystal layer, and counters said pressure generating room. In the ink jet type recording head in which the contact section used as the connection of the conductor film for impressing an electrical potential difference to the field which counters said pressure generating room to said piezo electric crystal active section, and the piezo electric crystal active section concerned is prepared. Said conductor film is an ink jet type recording head superficially characterized by the thing of said pressure generating room currently installed to the peripheral wall of a 2-way at least, including said contact section.

[Claim 2] It is the ink jet type recording head characterized by forming an insulator layer in the top face of said piezo electric crystal active section, and forming said contact section in the contact hole formed in the insulator layer concerned in claim 1.

[Claim 3] It is the ink jet type recording head characterized by said conductor film being broader than the width of face of said pressure generating room in claim 1 or 2, and being installed from the longitudinal direction edge of said pressure generating room to the upper part of the contact section.

[Claim 4] It is the ink jet recording head which carries out the description of being formed so that it may be broader than the dimension to which said conductor film met the longitudinal direction of said pressure generating room of said contact section in claim 1 or 2 and the both-sides wall of said pressure generating room may be straddled.

[Claim 5] The ink jet type recording head characterized by setting they being [ any of claims 1-4 ], forming said pressure generating room in a silicon single crystal substrate of anisotropic etching, and forming each class of said piezoelectric transducer by membrane formation and the lithography method.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

#### [0001]

[Field of the Invention] This invention constitutes a part of nozzle orifice which carries out the regurgitation of the ink droplet, and pressure generating room open for free passage from a diaphragm, forms a piezo electric crystal layer in the front face of this diaphragm, and relates to the ink jet type recording head which makes an ink droplet breathe out with the variation rate of a piezo electric crystal layer.

#### [0002]

[Description of the Prior Art] A part of nozzle orifice which carries out the regurgitation of the ink droplet, and pressure generating room open for free passage are constituted from a diaphragm, and two kinds are put in practical use by the ink jet type recording head which makes this diaphragm transform with a piezoelectric transducer, and the ink of a pressure generating room is pressurized [ recording head ], and makes an ink droplet breathe out from a nozzle orifice although what used the piezoelectric transducer in the longitudinal-oscillation mode elongated and contracted, and the piezoelectric transducer in flexurally oscillating mode were used for the shaft orientations of a piezoelectric transducer.

[0003] The former can change the volume of a pressure generating room by making the end face of a piezoelectric transducer contact a diaphragm, and while manufacture of the head suitable for high density printing is possible, a piezoelectric transducer is made in agreement with the array pitch of a nozzle orifice, the difficult process of carving in the shape of a ctenidium, and the activity which positions the piezoelectric transducer which was able to be carved in a pressure generating room, and is fixed are needed, and it has the problem that a production process is complicated.

[0004] On the other hand, the green sheet of piezoelectric material is stuck according to the configuration of a pressure generating room, a certain amount of area is needed for a diaphragm at the comparatively easy process of calcinating this, on the relation using flexural oscillation of what can fix a piezoelectric transducer, and the latter has the problem that a high density array is difficult.

[0005] On the other hand, that it should cancel un-arranging [ of the latter recording head ], what formed the piezoelectric transducer so that might continue on the surface of [ whole ] a diaphragm, a uniform piezoelectric-material layer might be formed with a membrane formation technique, this piezoelectric-material layer might be carved into the configuration corresponding to a pressure generating room by the lithography method and it might become independent for every pressure generating room is proposed so that JP,5-286131,A may see.

[0006] There is an advantage it not only can fix a piezoelectric transducer by the simple technique of the lithography method precisely, but that the activity which sticks a piezoelectric transducer on a diaphragm becomes unnecessary according to this, and can make thickness of a piezoelectric transducer thin and a high-speed drive is attained.

[0007] Moreover, although the piezoelectric transducer corresponding to each pressure generating room can be driven by preparing only an upper electrode for every pressure generating room at least, preparing a piezoelectric-material layer on the surface of [ whole ] a

diaphragm in this case from the problem of the stress applied to a piezo electric crystal layer in the part over the part which counters the amount of displacement and pressure generating room per unit driver voltage, and its outside. The piezo electric crystal active section which consists of a piezo electric crystal layer and an upper electrode is prepared in the field which counters a pressure generating room, or it is desirable at least except the end section to form so that it may not come outside the field which counters a pressure generating room.

[0008] Furthermore, in the recording head which used the piezoelectric transducer in such deflection mode, the piezoelectric transducer corresponding to each pressure generating room is covered in an insulator layer, in order to form a connection with the conductor film which supplies the electrical potential difference for driving each piezoelectric transducer in this insulator layer, the aperture (henceforth a contact hole) is prepared corresponding to each pressure generating room, and the connection of each piezoelectric transducer and the conductor film is formed in a contact hole.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, probably because the stress generated when the pattern of the conductor film was formed gets across to the piezo electric crystal film through the contact section, the problem of being easy to generate a crack is in a piezo electric crystal layer around the contact section.

[0010] Moreover, as mentioned above, it is easy to generate big stress by the drive of a piezoelectric transducer, and the stress of the conductor film acts on the piezo electric crystal active section, and the contact hole section in which the connection of the piezo electric crystal active section and the conductor film corresponding to each pressure generating room is formed has the problem that there is a possibility that a crack, destruction, etc. may occur.

[0011] Especially these problems pose a problem, when a piezoelectric-material layer is formed with a membrane formation technique. That is, since the piezoelectric-material layer formed with the membrane formation technique is very thin, it is because rigidity is low as compared with what stuck the piezoelectric transducer.

[0012] Let it be a technical problem for this invention to offer the ink jet type recording head which can prevent the crack by the stress concentration in the contact section, destruction, etc., and can prevent the displacement degradation of the contact section in view of such a situation.

[0013]

[Means for Solving the Problem] The diaphragm on which the 1st mode of this operation gestalt constitutes a part of pressure generating room which is open for free passage to a nozzle orifice, and a top face acts as a bottom electrode at least. It has the piezoelectric transducer which consists of the piezo electric crystal active section formed in the field which consists of an upper electrode formed in the front face of the piezo electric crystal layer formed in the front face of this diaphragm, and this piezo electric crystal layer, and counters said pressure generating room. In the ink jet type recording head in which the contact section used as the connection of the conductor film for impressing an electrical potential difference to the field which counters said pressure generating room to said piezo electric crystal active section, and the piezo electric crystal active section concerned is prepared. Said conductor film is in the ink jet type recording head superficially characterized by the thing of said pressure generating room currently installed to the peripheral wall of a 2-way at least, including said contact section.

[0014] In this 1st mode, the stress of said lead section is caught by said two or more peripheral walls, and the stress applied to the piezo electric crystal active section around the contact section is reduced.

[0015] As for the 2nd mode of this invention, an insulator layer is formed in the top face of said piezo electric crystal active section in the 1st mode, and said contact section is in the ink jet type recording head characterized by being formed in the contact hole formed in the insulator layer concerned.

[0016] In this 2nd mode, although an electrical potential difference is impressed to the piezo electric crystal active section in a contact hole, destruction of the piezo electric crystal layer in the circumference of a contact hole is prevented.

[0017] In the mode of the 1st or 2, said conductor film is broader than the width of face of said pressure generating room, and the 3rd mode of this invention has it in the ink jet type recording head characterized by being installed from the longitudinal direction edge of said pressure generating room to the upper part of the contact section.

[0018] In this 3rd mode, the stress of the conductor film is caught by two or more peripheral walls of a pressure generating room, and the stress applied to the piezo electric crystal active section around the contact section is reduced.

[0019] In the mode of the 1st or 2, the 4th mode of this invention of said conductor film is broader than the dimension in alignment with the longitudinal direction of said pressure generating room of said contact section, and is in the ink jet recording head which carries out the description of being formed so that the both-sides wall of said pressure generating room may be straddled.

[0020] In this 4th mode, the stress of the conductor film is caught by the peripheral wall of the crosswise both sides of a pressure generating room, and the stress applied to the piezo electric crystal active section around the contact section is reduced.

[0021] The 5th mode of this invention is in the ink jet type recording head characterized by forming said pressure generating room in a silicon single crystal substrate of anisotropic etching, and forming each class of said piezoelectric transducer by membrane formation and the lithography method in which 1-4th modes.

[0022] In this 5th mode, the ink jet type recording head which has the nozzle orifice of high density can be manufactured in large quantities and comparatively easily.

[0023]

[Embodiment of the Invention] This invention is explained at a detail based on 1 operation gestalt below.

[0024] (Operation gestalt 1) Drawing 1 is the assembly perspective view showing the ink jet type recording head concerning 1 operation gestalt of this invention, and drawing 2 is drawing showing the cross-section structure in the longitudinal direction of a top view and its one pressure generating room.

[0025] The passage formation substrate 10 consists of a silicon single crystal substrate of field bearing (110) with this operation gestalt so that it may illustrate. As a passage formation substrate 10, a thing with a thickness of about 150-300 micrometers is used, and about 180-280 micrometers of things with a thickness of about 220 micrometers are usually more desirably suitable desirably. This is because an array consistency can be made high, maintaining the rigidity of the septum between adjoining pressure generating rooms.

[0026] One field of the passage formation substrate 10 turns into an effective area, and the elastic membrane 50 with a thickness of 1-2 micrometers which consists of diacid-ized silicon beforehand formed by thermal oxidation is formed in the field of another side.

[0027] On the other hand, the nozzle orifice 11 and the pressure generating room 12 are formed in the effective area of the passage formation substrate 10 by carrying out anisotropic etching of the silicon single crystal substrate.

[0028] If anisotropic etching is immersed in alkali solutions, such as KOH, a silicon single crystal substrate here It is eaten away gradually and nothing, and the above (110) and the 2nd field (111) which makes the include angle of about 35 degrees appear the 1st field (111) perpendicular to a field (110), this 1st field (111), and the include angle of about 70 degrees. (110) It is carried out using the property in which the etching rate of a field (111) is about 1/180 as compared with the etching rate of a field. By this anisotropic etching, precision processing can be performed on the basis of depth processing of the shape of the 1st two field (111) and a parallelogram formed in respect of [ slanting / two ] the 2nd (111), and the pressure generating room 12 can be arranged to high density.

[0029] The long side of each pressure generating room 12 is formed, and the shorter side is formed in respect of the 2nd (111) in respect of the 1st (111) with this operation gestalt. This pressure generating room 12 is formed by etching until it penetrates the passage formation substrate 10 mostly and reaches elastic membrane 50. In addition, elastic membrane 50 has the very small amount invaded by the alkali solution which etches a silicon single crystal substrate.

[0030] On the other hand, each nozzle orifice 11 which is open for free passage at the end of each pressure generating room 12 is formed more shallowly [ narrow ] than the pressure generating room 12. That is, the nozzle orifice 11 is formed by etching a silicon single crystal substrate in the thickness direction to the middle (half etching). In addition, half etching is performed by adjustment of etching time.

[0031] Here, the magnitude of the pressure generating room 12 which gives an expulsion-of-an-ink-droplet pressure to ink, and the magnitude of the nozzle orifice 11 which carries out the regurgitation of the ink droplet are optimized according to the amount of the ink droplet which carries out the regurgitation, regurgitation speed, and a regurgitation frequency. For example, when recording 360 ink droplets per inch, it is necessary to form a nozzle orifice 11 with a sufficient precision with the flute width of dozens of micrometers.

[0032] Moreover, each pressure generating room 12 and the common ink room 31 mentioned later are opened for free passage through the ink supply free passage opening 21 formed in the location corresponding to the end section of each pressure generating room 12 of the closure plate 20 mentioned later, respectively, and ink is supplied from the common ink room 31 through this ink supply free passage opening 21, and is distributed to each pressure generating room 12.

[0033] The closure plate 20 consists of crystallized glass with which the ink supply free passage opening 21 corresponding to each above-mentioned pressure generating room 12 was drilled and which thickness is 0.1-1mm, and coefficient of linear expansion is 300 degrees C or less, for example, is 2.5-4.5 [x10-6/degree C]. In addition, the ink supply free passage opening 21 may be two or more slit [ A / of 1 which crosses near the ink supply side edge section of each pressure generating room 12 / slit hole 21 ] hole 21B, as shown in drawing 3 (a) and (b). The closure plate 20 covers the whole surface of the passage formation substrate 10 extensively in respect of one side, and the duty of the back up plate which protects a silicon single crystal substrate from an impact or external force also achieves it. Moreover, on the other hand, the closure plate 20 comes out, and constitutes one wall surface of the common ink room 31.

[0034] The common ink room formation substrate 30 forms the peripheral wall of the common ink room 31, pierces the stainless plate of proper thickness according to nozzle numerical aperture and an expulsion-of-an-ink-droplet frequency, and is produced. With this operation gestalt, thickness of the common ink room formation substrate 30 is set to 0.2mm.

[0035] The ink room side plate 40 consists of a stainless steel substrate, and constitutes one wall surface of the common ink room 31 from one field. Moreover, by forming crevice 40a in a part of field of another side by half etching, a thin wall 41 is formed in the ink room side plate 40, and the ink inlet 42 which receives the ink supply from the outside is further pierced and formed in it. In addition, a thin wall 41 is for absorbing the nozzle orifice 11 generated in the case of expulsion of an ink droplet, and the pressure which goes to the opposite side, and prevents that forward [ unnecessary ] or negative pressure joins other pressure generating rooms 12 via the common ink room 31. Although the ink room side plate 40 is set to 0.2mm and the part is used as the thin wall 41 with a thickness of 0.02mm with this operation gestalt in consideration of rigidity required at the time of connection between the ink inlet 42 and an external ink supply means etc., in order to omit formation of the thin wall 41 by half etching, it is good also as 0.02mm from the start in the thickness of the ink room side plate 40.

[0036] On the other hand, with the effective area of the passage formation substrate 10, on the elastic membrane 50 of the opposite side, laminating formation is carried out in the process which thickness mentions [ thickness ] later with the bottom electrode layer 60 which is about 0.5 micrometers, and the upper electrode layer 80 which is about 0.1 micrometers mentions [ the piezo electric crystal film 70 which is about 1 micrometer, and thickness ] later, and the piezoelectric transducer (piezoelectric device) is constituted. Thus, although the bottom electrode layer 60 considers as the common electrode of a piezoelectric transducer with this operation gestalt although the piezoelectric transducer is prepared independently in the field which counters each pressure generating room 12 of elastic membrane 50 every pressure generating room 12, and the upper electrode layer 80 is used as the individual electrode of a piezoelectric transducer, it is convenient even if reverse [ in this ] on account of a drive circuit or wiring. Moreover, with this operation gestalt, although the piezo electric crystal film 70 was

formed according to the individual corresponding to each pressure generating room 12, the piezo electric crystal film may be prepared in the whole, and the upper electrode layer 80 may be formed according to an individual so that it may correspond to each pressure generating room 12. In the case of which, the pressure active section will be formed every pressure generating room 12.

[0037] And the insulator layer 90 of the top face of each of this up electrode layer 80 equipped with electric insulation so that a periphery and the side face of the piezo electric crystal film 70 might be covered at least is formed. As for the insulator layer 90, it is desirable to form with the formation [ by the forming-membranes method ] and ingredient in which plastic surgery according to etching again is possible, for example, silicon oxide, silicon nitride, organic material, and photosensitivity polyimide which was preferably low and was excellent in electric insulation. [ of rigidity ]

[0038] Here, the process which forms piezo electric crystal film 70 grade on the passage formation substrate 10 which consists of a silicon single crystal substrate is explained, referring to drawing 4.

[0039] As shown in drawing 4 (a), the elastic membrane 50 which oxidizes thermally the wafer of the silicon single crystal substrate used as the passage formation substrate 10 with about 1100-degree C diffusion furnace first, and consists of diacid-ized silicon is formed.

[0040] Next, as shown in drawing 4 (b), the bottom electrode layer 60 is formed by sputtering. As an ingredient of the bottom electrode layer 60, Pt etc. is suitable. The below-mentioned piezo electric crystal film 70 which this forms with sputtering or a sol-gel method is because it is necessary to make it calcinate and crystallize at the temperature of about 600-1000 degrees C under an atmospheric-air ambient atmosphere or an oxygen ambient atmosphere after membrane formation. That is, when conductivity must be able to be held under such an elevated temperature and an oxidizing atmosphere and PZT is especially used as piezo electric crystal film 70, as for the ingredient of the bottom electrode layer 70, it is desirable for there to be little conductive change by diffusion of PbO, and Pt is suitable for it from these reasons.

[0041] Next, as shown in drawing 4 (c), the piezo electric crystal film 70 is formed. Although sputtering can also be used for membrane formation of this piezo electric crystal film 70, with this operation gestalt, spreading desiccation is carried out, the so-called sol which dissolved and distributed the metal organic substance at the solvent is gelled, and the so-called sol-gel method which obtains the piezo electric crystal film 70 which consists of a metallic oxide by calcinating at an elevated temperature further is used. As an ingredient of the piezo electric crystal film 70, when the ingredient of a titanic-acid lead zirconate (PZT) system uses it for an ink jet type recording head, it is suitable.

[0042] Next, as shown in drawing 4 (d), the upper electrode layer 80 is formed. The upper electrode layer 80 can use many a metal, conductive oxides, etc., such as aluminum, Au, nickel, and Pt, that what is necessary is just a conductive high ingredient. With this operation gestalt, Pt is formed by sputtering.

[0043] Next, as shown in drawing 5 , patterning of the bottom electrode layer 60, the piezo electric crystal film 70, and the upper electrode layer 80 is carried out.

[0044] First, as shown in drawing 5 (a), the bottom electrode layer 60, the piezo electric crystal film 70, and the upper electrode layer 80 are etched together, and patterning of the whole bottom electrode layer 60 pattern is carried out. Subsequently, as shown in drawing 5 (b), only the piezo electric crystal film 70 and the upper electrode layer 80 are etched, and patterning of the piezo electric crystal active section 320 is performed. Next, as shown in drawing 5 (c), the bottom electrode layer removal section 350 is formed by removing the bottom electrode layer 60 of the part equivalent to the arm of the diaphragm of the both sides of the piezo electric crystal active section 320 which is the field which countered the crosswise both sides of each pressure generating room 12 (a broken line shows although the pressure generating room 12 is before formation in drawing 5 ). Thus, by forming the bottom electrode layer removal section 350, improvement in the amount of displacement by the electrical-potential-difference impression to the piezo electric crystal active section 320 is aimed at.

[0045] In addition, what made thickness thin, without removing the bottom electrode layer 60

completely is sufficient as the bottom electrotreatment section 350. Moreover, although the bottom electrotreatment section 350 is formed in the part equivalent to the arm of the piezo electric crystal active section 320, it is not limited to this, for example, you may make it form to a longitudinal direction outside rather than the both ends of the piezo electric crystal active section 320, and may continue and form in the circumferential whole edge \*\*\*\* of the pressure generating room 12. Of course, it is not necessary to necessarily form the bottom [ this ] electrotreatment section 350.

[0046] As mentioned above, after carrying out patterning of the bottom electrode layer 60 grade, the insulator layer 90 of the top face of each up electrode layer 80 equipped with electric insulation so that the side face of a periphery, the piezo electric crystal film 70, and the bottom electrode layer 60 might be covered at least is formed preferably (refer to drawing 1 ).

[0047] And in order to connect the top face of the part corresponding to the end section of each piezo electric crystal active section 320 of the insulator layer 90 with the conductor film 100 later mentioned into a part of wrap part, contact hole 90a to which a part of upper electrode layer 80 is exposed is formed. And the conductor film 100 with which an end connects with each up electrode layer 80 through this contact hole 90a, and the other end is prolonged in a connection terminal area is formed.

[0048] The formation process of such an insulator layer and the conductor film is shown in drawing 6 .

[0049] First, as shown in drawing 6 (a), the insulator layer 90 is formed so that the side face of the periphery section of the upper electrode layer 80, the piezo electric crystal film 70, and the bottom electrode layer 60 may be covered. Although the suitable ingredient of this insulator layer 90 is as having mentioned above, the photosensitive polyimide of a negative mold is used with this operation gestalt.

[0050] Next, as shown in drawing 6 (b), contact hole 90a is formed in a part [ / near the edge by the side of ink supply of each pressure generating room 12 ] by carrying out patterning of the insulator layer 90. This contact hole 90a is for making connection with the conductor film 100 and the upper electrode layer 80 which are mentioned later. In addition, contact hole 90a may be prepared in a center section or the nozzle side edge section that what is necessary is just to prepare in the part corresponding to the piezo electric crystal active section 320 of the pressure generating room 12.

[0051] Next, for example, after forming conductors, such as Cr-Au, on the whole surface, the conductor film 100 is formed by carrying out patterning.

[0052] Thus, the physical relationship of the conductor film 100 and the piezo electric crystal active section 320 which were formed is shown in drawing 7 .

[0053] As shown in drawing 7 , the piezo electric crystal active section 320 which consists of piezo electric crystal film 70 and an upper electrode layer 80 is formed in the field which counters the pressure generating room 12, and the conductor film 100 is broader than the width of face of the pressure generating room 12, and is installed from the longitudinal direction edge of the pressure generating room 12 to the contact hole 90a upper part. That is, the conductor film 100 is formed so that the field which counters the peripheral wall of the three directions of the pressure generating room 12 may be covered.

[0054] With two or more peripheral walls of the pressure generating room 12, and this operation gestalt, since the stress which was generated on the conductor film 100 with such structure is caught by the peripheral wall of three directions, the stress which acts on the piezo electric crystal active section 320 near the contact hole 90a is reduced, and it can prevent peeling, a crack, etc. of the piezo electric crystal active section 320. Moreover, by having formed the conductor film 100 so that it might cover near the contact hole 90a, it will flow into the upper electrode 80 from the whole rim section of contact hole 90a, concentration of current density is reduced, and it is thought that dielectric breakdown resulting from migration etc. can be prevented.

[0055] The above is a film formation process. Thus, after performing film formation, as shown in drawing 6 (c), anisotropic etching of the silicon single crystal substrate by the alkali solution mentioned above is performed, and pressure generating room 12 grade is formed.

[0056] Moreover, by such ink jet type recording head, by a series of above-mentioned film formation and anisotropic etching, much chips are formed on one wafer at coincidence, and it divides after process termination every passage formation substrate 10 of one chip size as shown in drawing 1. Moreover, sequential adhesion is carried out with the closure plate 20, the common ink room formation substrate 30, and the ink room side plate 40, and it unifies, and let the divided passage formation substrate 10 be an ink jet type recording head.

[0057] Thus, the constituted ink jet type recording head Ink is incorporated from the ink inlet 42 linked to the external ink supply means which is not illustrated. The interior is filled with ink until it results [ from the common ink room 31 ] in a nozzle orifice 11. Later, By impressing an electrical potential difference between the bottom electrode layer 60 and the upper electrode layer 80 through the conductor film 100, bending and making elastic membrane 50, the bottom electrode layer 60, and the piezo electric crystal film 70 transform according to the record signal from the drive circuit of the exterior which is not illustrated The pressure in the pressure generating room 12 increases, and an ink droplet carries out the regurgitation from a nozzle orifice 11.

[0058] (Operation gestalt 2) The conductor film of the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 2 and the physical relationship of the piezo electric crystal active section are shown in drawing 8 .

[0059] This operation gestalt is the same as the operation gestalt 1 about conductor film 100A except [ of the pressure generating room 12 ] having carried out patterning so that it might extend in the two directions of a side attachment wall and the end section on the other hand. In addition, although it has prepared with this operation gestalt so that a piezo electric crystal layer and an upper electrode may be installed on a peripheral wall from the end section of the pressure generating room 12, this is not directly related to the meaning of this invention.

[0060] Therefore, with such structure, like the operation gestalt 1, it is caught by the peripheral wall of a 2-way with two or more peripheral walls and this operation gestalt, and the stress generated in conductor film 100A can reduce the stress applied near the edge of the piezo electric crystal active section 320, and separates, and a crack etc. can be prevented. Moreover, since the stress of the conductor film 100 was caught by the peripheral wall of a 2-way, the sharp fall of the amount of displacement of the piezo electric crystal active section 320 can also be suppressed. Furthermore, by having formed the conductor film 100 so that it might cover near [ whole ] the contact hole 90a, when a current flows into the upper electrode 80 from the whole rim of contact hole 90a, concentration of current density is reduced.

[0061] (Operation gestalt 3) The conductor film of the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 3 and the physical relationship of the piezo electric crystal active section are shown in drawing 9 .

[0062] This operation gestalt is broader than the dimension which met the longitudinal direction of the pressure generating room 12 of contact hole 90a in conductor film 100B, and it forms so that the both-sides wall of the pressure generating room 12 may be straddled, and the both ends are still the same as that of the operation gestalt 1 except being installed in accordance with the both-sides wall. Moreover, the effectiveness of this operation gestalt is the same as the operation gestalt 2. In addition, with this operation gestalt, it becomes possible to impress the desired high voltage easily by preparing the pattern connected to the both-sides wall of the pressure generating room 12 with the exterior.

[0063] (Operation gestalt 4) The conductor film of the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 4 and the physical relationship of the piezo electric crystal active section are shown in drawing 10 .

[0064] Except having formed contact hole 90a in the longitudinal direction abbreviation center section of the piezo electric crystal active section 320, this operation gestalt is the same as the operation gestalt 3, is a contact hole 90a top face about conductor film 100C, and it is formed so that the both-sides wall of the pressure generating room 12 may be straddled. In addition, unlike the operation gestalt 3, the pattern used as a connection with the exterior is installed in accordance with one side attachment wall, but in respect of others, the same effectiveness as the operation gestalt 3 is done so.

[0065] (Other operation gestalten) Although each operation gestalt of this invention was explained above, the fundamental configuration of an ink jet type recording head is not limited to what was mentioned above.

[0066] For example, it is good also considering the common ink room formation plate 30 besides the closure plate 20 mentioned above as a product made from crystallized glass, and it is still better also as a product made from crystallized glass, using the light-gage film 41 as another member, and modification of an ingredient, structure, etc. is free.

[0067] Moreover, with the operation gestalt mentioned above, although the nozzle orifice is formed in the end face of the passage formation substrate 10, the nozzle orifice which projects in the direction perpendicular to a field may be formed.

[0068] Thus, it is \*\*\*\*\* to drawing 12 about the cross section of drawing 11 and its passage in the decomposition perspective view of the constituted operation gestalt. With this operation gestalt, a nozzle orifice 11 is drilled by the nozzle substrate 120 opposite to a piezoelectric transducer, and the nozzle free passage opening 22 which opens these nozzle orifices 11 and the pressure generating room 12 for free passage is arranged so that the closure plate 20, the common ink room formation plate 30, light-gage plate 41A, and ink room side plate 40A may be penetrated.

[0069] In addition, it is the same as that of the operation gestalt fundamentally mentioned above except this operation gestalt having, used light-gage plate 41A and ink room side plate 40A as another member in addition to this, and having formed opening 40b in the ink room side plate 40, and the explanation which gives the same sign to the same member and overlaps is omitted.

[0070] Here, also in this operation gestalt, by forming the conductor film like the operation gestalten 1-4, so that two or more peripheral walls of a pressure generating room may be covered, the stress which acts on the piezo electric crystal active section can be reduced, and generating of a crack etc. can be prevented.

[0071] Moreover, of course, it is applicable also like the ink jet type recording head of the type which formed the common ink room in the passage formation substrate.

[0072] Moreover, although each operation gestalt explained above made the example the ink jet type recording head of the thin film mold which can be manufactured by applying membrane formation and a lithography process Not the thing limited to this, of course but the thing which carries out the laminating of the substrate and forms a pressure generating room, Or this invention is employable as the ink jet type recording head of various kinds of structures, such as a thing which forms the piezo electric crystal film for a green sheet by pasting or screen-stencil, or a thing which forms the piezo electric crystal film with crystal growth.

[0073] Furthermore, although elastic membrane was prepared apart from the bottom electrode layer as a diaphragm with each operation gestalt mentioned above, you may make it a bottom electrode layer serve as elastic membrane.

[0074] Moreover, although the example which prepared the insulator layer between a piezoelectric transducer and the conductor film was explained, it is good also as a configuration which carries out heat welding of the anisotropy electric conduction film, connects this anisotropy electric conduction film with the conductor film, or is connected to each up electrode in addition to this using various bonding techniques, such as wirebonding, without not being limited to this, for example, preparing an insulator layer.

[0075] Thus, this invention is applicable to the ink jet type recording head of various structures, unless it is contrary to the meaning.

[0076]

[Effect of the Invention] By forming so that the field which counters two or more periphery sections of a pressure generating room in the conductor film may be covered like \*\*\*\* according to this invention By the stress concerning the conductor film being caught by the periphery section, and reducing the stress which acts on the piezo electric crystal active section near the contact hole, moreover, since the conductor film is formed by comparatively large width of face, The current density which flows into the connection part of the conductor film in a contact hole and an upper electrode is reduced, and generating of a crack etc. can be prevented.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

**[Brief Description of the Drawings]**

[Drawing 1] It is the decomposition perspective view of the ink jet type recording head concerning 1 operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 1 of this invention, and is the top view and sectional view of drawing 1.

[Drawing 3] It is drawing showing the modification of the closure plate of drawing 1.

[Drawing 4] It is drawing showing the thin-film-fabrication process of the operation gestalt 1 of this invention.

[Drawing 5] It is drawing showing the thin-film-fabrication process of the operation gestalt 1 of this invention.

[Drawing 6] It is drawing showing the thin-film-fabrication process of the operation gestalt 1 of this invention.

[Drawing 7] It is the top view showing the important section of the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 1 of this invention.

[Drawing 8] It is the top view showing the important section of the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 2 of this invention.

[Drawing 9] It is the top view showing the important section of the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 3 of this invention.

[Drawing 10] It is the top view showing the important section of the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 4 of this invention.

[Drawing 11] It is the decomposition perspective view of the ink jet type recording head concerning other operation gestalten of this invention.

[Drawing 12] It is the sectional view showing the ink jet type recording head concerning other operation gestalten of this invention.

**[Description of Notations]**

10 Passage Formation Substrate

11 Nozzle Orifice

12 Pressure Generating Room

50 Elastic Membrane

60 Bottom Electrode Layer

70 Piezo Electric Crystal Film

80 Upper Electrode Layer

90 Insulator Layer

100 Conductor Film

320 Piezo Electric Crystal Active Section

350 Bottom Electrotreatment Section

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-77999

(43)公開日 平成11年(1999)3月23日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

B 4 1 J 2/045  
2/055

識別記号

F I

B 4 1 J 3/04

1 0 3 A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O.L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平9-252214

(22)出願日 平成9年(1997)9月17日

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 酒井 真理

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

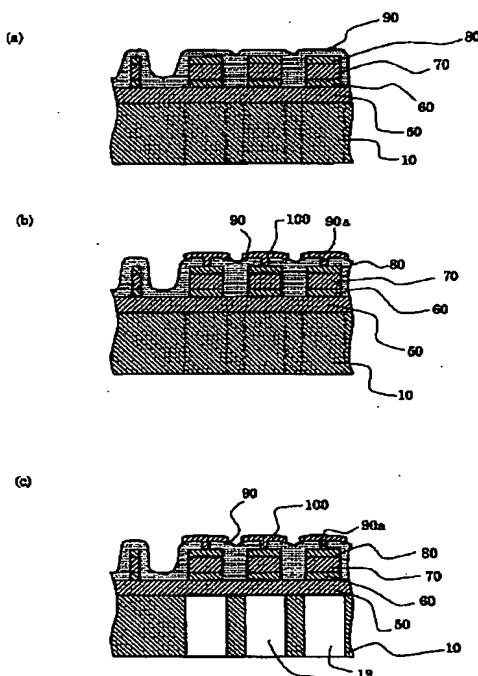
(74)代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外2名)

(54)【発明の名称】 インクジェット式記録ヘッド

(57)【要約】

【課題】 コンタクト部での応力集中によるクラック、破壊等を防止し、コンタクト部の変位効率低下を防止することができるインクジェット式記録ヘッドを提供する。

【解決手段】 振動板と、該振動板の表面に形成された圧電体層70及び圧電体層70の表面に形成された上電極80からなり且つ圧力発生室12に対向する領域に形成された圧電体能動部320とからなる圧電振動子を備え、圧力発生室12に対向する領域に、コンタクト部(90a)が設けられているインクジェット式記録ヘッドにおいて、導電体膜100は平面的にコンタクト部(90a)を含み且つ圧力発生室12の少なくとも2方向の周壁まで延設した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ノズル開口に連通する圧力発生室の一部を構成し、少なくとも上面が下電極として作用する振動板と、該振動板の表面に形成された圧電体層及び該圧電体層の表面に形成された上電極からなり且つ前記圧力発生室に対向する領域に形成された圧電体能動部とからなる圧電振動子を備え、前記圧力発生室に対向する領域に、前記圧電体能動部へ電圧を印加するための導電体膜と当該圧電体能動部との接続部となるコンタクト部が設けられているインクジェット式記録ヘッドにおいて、前記導電体膜は平面的に前記コンタクト部を含み且つ前記圧力発生室の少なくとも 2 方向の周壁まで延設されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 2】 請求項 1において、前記圧電体能動部の上面には絶縁体層が形成され、前記コンタクト部は当該絶縁体層に形成されたコンタクトホール内に形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2において、前記導電体膜は前記圧力発生室の幅より幅広で前記圧力発生室の長手方向端部からコンタクト部の上方まで延設されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 4】 請求項 1 又は 2において、前記導電体膜は前記コンタクト部の前記圧力発生室の長手方向に沿った寸法より幅広で、前記圧力発生室の両側壁を跨ぐように形成されていることを特徴するインクジェット記録ヘッド。

【請求項 5】 請求項 1～4 の何れかにおいて、前記圧力発生室がシリコン単結晶基板に異方性エッチングにより形成され、前記圧電振動子の各層が成膜及びリソグラフィ法により形成されたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を振動板で構成し、この振動板の表面に圧電体層を形成して、圧電体層の変位によりインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を振動板で構成し、この振動板を圧電振動子により変形させて圧力発生室のインクを加圧してノズル開口からインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドには、圧電振動子の軸方向に伸長、収縮する縦振動モードの圧電振動子を使用したものと、たわみ振動モードの圧電振動子を使用したものとの 2 種類が実用化されている。

【0003】 前者は圧電振動子の端面を振動板に当接させることにより圧力発生室の容積を変化させることができて、高密度印刷に適したヘッドの製作が可能である反

面、圧電振動子をノズル開口の配列ピッチに一致させて歯状に切り分けるという困難な工程や、切り分けられた圧電振動子を圧力発生室に位置決めして固定する作業が必要となり、製造工程が複雑であるという問題がある。

【0004】 これに対して後者は、圧電材料のグリーンシートを圧力発生室の形状に合わせて貼付し、これを焼成するという比較的簡単な工程で振動板に圧電振動子を作り付けることができるものの、たわみ振動を利用する関係上、ある程度の面積が必要となり、高密度配列が困難であるという問題がある。

【0005】 一方、後者の記録ヘッドの不都合を解消すべく、特開平 5-286131 号公報に見られるように、振動板の表面全体に亘って成膜技術により均一な圧電材料層を形成し、この圧電材料層をリソグラフィ法により圧力発生室に対応する形状に切り分けて各圧力発生室毎に独立するように圧電振動子を形成したものが提案されている。

【0006】 これによれば圧電振動子を振動板に貼付ける作業が不要となって、リソグラフィ法という精密で、かつ簡単な手法で圧電振動子を作り付けることができるばかりでなく、圧電振動子の厚みを薄くできて高速駆動が可能になるという利点がある。

【0007】 また、この場合、圧電材料層は振動板の表面全体に設けたままで少なくとも上電極のみを各圧力発生室毎に設けることにより、各圧力発生室に対応する圧電振動子を駆動することができるが、単位駆動電圧当たりの変位量および圧力発生室に対応する部分とその外側とを跨ぐ部分で圧電体層にかかる応力の問題から、圧電体層及び上電極からなる圧電体能動部を、圧力発生室に対応する領域内に設けるか、少なくとも一端部以外は圧力発生室に対応する領域外に出ないように形成するのが望ましい。

【0008】 さらに、このようなたわみモードの圧電振動子を使用した記録ヘッドでは、各圧力発生室に対応する圧電振動子は絶縁体層で覆われ、この絶縁体層には各圧電振動子を駆動するための電圧を供給する導電体膜との接続部を形成するために窓（以下、コンタクトホールという）が各圧力発生室に対応して設けられており、各圧電振動子と導電体膜との接続部がコンタクトホール内に形成される。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、導電体膜のパターンを形成した際に発生した応力がコンタクト部を介して圧電体膜に伝わるためか、コンタクト部周辺で圧電体層にクラックが発生しやすいという問題がある。

【0010】 また、上述したように、各圧力発生室に対応する圧電体能動部と導電体膜との接続部が形成されるコンタクトホール部は、圧電振動子の駆動により大きな

応力が発生し易く、また、導電体膜の応力が圧電体能動部に作用し、クラック、破壊等が発生する虞があるという問題がある。

【0011】これらの問題は、特に、圧電材料層を成膜技術で形成した場合に問題となる。すなわち、成膜技術で形成した圧電材料層は非常に薄いため、圧電振動子を貼付したものに比較して剛性が低いためである。

【0012】本発明はこのような事情に鑑み、コンタクト部での応力集中によるクラック、破壊等を防止し、コンタクト部の変位効率低下を防止することができるインクジェット式記録ヘッドを提供することを課題とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本実施形態の第1の態様は、ノズル開口に連通する圧力発生室の一部を構成し、少なくとも上面が下電極として作用する振動板と、該振動板の表面に形成された圧電体層及び該圧電体層の表面に形成された上電極からなり且つ前記圧力発生室に対向する領域に形成された圧電体能動部とからなる圧電振動子を備え、前記圧力発生室に対向する領域に、前記圧電体能動部へ電圧を印加するための導電体膜と当該圧電体能動部との接続部となるコンタクト部が設けられているインクジェット式記録ヘッドにおいて、前記導電体膜は平面的に前記コンタクト部を含み且つ前記圧力発生室の少なくとも2方向の周壁まで延設されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0014】かかる第1の態様では、前記リード部の応力が複数の前記周壁に受け止められ、コンタクト部周辺で、圧電体能動部にかかる応力が低減される。

【0015】本発明の第2の態様は、第1の態様において、前記圧電体能動部の上面には絶縁体層が形成され、前記コンタクト部は当該絶縁体層に形成されたコンタクトホール内に形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0016】かかる第2の態様では、コンタクトホール内で圧電体能動部に電圧を印加するが、コンタクトホール周辺での圧電体層の破壊が防止される。

【0017】本発明の第3の態様は、第1又は2の態様において、前記導電体膜は前記圧力発生室の幅より幅広で前記圧力発生室の長手方向端部からコンタクト部の上方まで延設されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0018】かかる第3の態様では、導電体膜の応力が圧力発生室の複数の周壁に受け止められ、コンタクト部周辺で、圧電体能動部にかかる応力が低減される。

【0019】本発明の第4の態様は、第1又は2の態様において、前記導電体膜は前記コンタクト部の前記圧力発生室の長手方向に沿った寸法より幅広で、前記圧力発生室の両側壁を跨ぐように形成されていることを特徴するインクジェット記録ヘッドにある。

【0020】かかる第4の態様では、導電体膜の応力が

圧力発生室の幅方向両側の周壁に受け止められ、コンタクト部周辺で、圧電体能動部にかかる応力が低減される。

【0021】本発明の第5の態様は、第1～4の何れかの態様において、前記圧力発生室がシリコン単結晶基板に異方性エッティングにより形成され、前記圧電振動子の各層が成膜及びリソグラフィ法により形成されたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0022】かかる第5の態様では、高密度のノズル開口を有するインクジェット式記録ヘッドを大量に且つ比較的容易に製造することができる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下に本発明を一実施形態に基づいて詳細に説明する。

【0024】(実施形態1) 図1は、本発明の一実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドを示す組立斜視図であり、図2は、平面図およびその1つの圧力発生室の長手方向における断面構造を示す図である。

【0025】図示するように、流路形成基板10は、本実施形態では面方位(110)のシリコン単結晶基板からなる。流路形成基板10としては、通常、150～300μm程度の厚さのものが用いられ、望ましくは180～280μm程度、より望ましくは220μm程度の厚さのものが好適である。これは、隣接する圧力発生室間の隔壁の剛性を保ちつつ、配列密度を高くできるからである。

【0026】流路形成基板10の一方の面は開口面となり、他方の面には予め熱酸化により形成した二酸化シリコンからなる、厚さ1～2μmの弾性膜50が形成されている。

【0027】一方、流路形成基板10の開口面には、シリコン単結晶基板を異方性エッティングすることにより、ノズル開口11、圧力発生室12が形成されている。

【0028】ここで、異方性エッティングは、シリコン単結晶基板をKOH等のアルカリ溶液に浸漬すると、徐々に侵食されて(110)面に垂直な第1の(111)面と、この第1の(111)面と約70度の角度をなし且つ上記(110)と約35度の角度をなす第2の(111)面とが出現し、(110)面のエッティングレートと比較して(111)面のエッティングレートが約1/180であるという性質を利用して行われるものである。かかる異方性エッティングにより、二つの第1の(111)面と斜めの二つの第2の(111)面とで形成される平行四辺形状の深さ加工を基本として精密加工を行うことができ、圧力発生室12を高密度に配列することができる。

【0029】本実施形態では、各圧力発生室12の長辺を第1の(111)面で、短辺を第2の(111)面で形成している。この圧力発生室12は、流路形成基板1

0をほぼ貫通して弾性膜50に達するまでエッティングすることにより形成されている。なお、弾性膜50は、シリコン単結晶基板をエッティングするアルカリ溶液に侵される量がきわめて小さい。

【0030】一方、各圧力発生室12の一端に連通する各ノズル開口11は、圧力発生室12より幅狭で且つ浅く形成されている。すなわち、ノズル開口11は、シリコン単結晶基板を厚さ方向に途中までエッティング（ハーフエッティング）することにより形成されている。なお、ハーフエッティングは、エッティング時間の調整により行われる。

【0031】ここで、インク滴吐出圧力をインクに与える圧力発生室12の大きさと、インク滴を吐出するノズル開口11の大きさとは、吐出するインク滴の量、吐出スピード、吐出周波数に応じて最適化される。例えば、1インチ当たり360個のインク滴を記録する場合、ノズル開口11は数十 $\mu\text{m}$ の溝幅で精度よく形成する必要がある。

【0032】また、各圧力発生室12と後述する共通インク室31とは、後述する封止板20の各圧力発生室12の一端部に対応する位置にそれぞれ形成されたインク供給連通口21を介して連通されており、インクはこのインク供給連通口21を介して共通インク室31から供給され、各圧力発生室12に分配される。

【0033】封止板20は、前述の各圧力発生室12に対応したインク供給連通口21が穿設された、厚さが例えば、0.1~1mmで、線膨張係数が300°C以下で、例えば2.5~4.5 [ $\times 10^{-6}/\text{°C}$ ] であるガラスセラミックスからなる。なお、インク供給連通口21は、図3(a), (b)に示すように、各圧力発生室12のインク供給側端部の近傍を横断する一のスリット孔21Aでも、あるいは複数のスリット孔21Bであってもよい。封止板20は、一方の面で流路形成基板10の一面を全面的に覆い、シリコン単結晶基板を衝撃や外力から保護する補強板の役目も果たす。また、封止板20は、他面で共通インク室31の一壁面を構成する。

【0034】共通インク室形成基板30は、共通インク室31の周壁を形成するものであり、ノズル開口数、インク滴吐出周波数に応じた適正な厚みのステンレス板を打ち抜いて作製されたものである。本実施形態では、共通インク室形成基板30の厚さは、0.2mmとしている。

【0035】インク室側板40は、ステンレス基板からなり、一方の面で共通インク室31の一壁面を構成するものである。また、インク室側板40には、他方の面の一部にハーフエッティングにより凹部40aを形成することにより薄肉壁41が形成され、さらに、外部からのインク供給を受けるインク導入口42が打抜き形成されている。なお、薄肉壁41は、インク滴吐出の際に発生するノズル開口11と反対側へ向かう圧力を吸収するため

のもので、他の圧力発生室12に、共通インク室31を経由して不要な正又は負の圧力が加わるのを防止する。本実施形態では、インク導入口42と外部のインク供給手段との接続時等に必要な剛性を考慮して、インク室側板40を0.2mmとし、その一部を厚さ0.02mmの薄肉壁41としているが、ハーフエッティングによる薄肉壁41の形成を省略するために、インク室側板40の厚さを初めから0.02mmとしてもよい。

【0036】一方、流路形成基板10の開口面とは反対側の弾性膜50の上には、厚さが例えば、約0.5 $\mu\text{m}$ の下電極膜60と、厚さが例えば、約1 $\mu\text{m}$ の圧電体膜70と、厚さが例えば、約0.1 $\mu\text{m}$ の上電極膜80とが、後述するプロセスで積層形成されて、圧電振動子（圧電素子）を構成している。このように、弾性膜50の各圧力発生室12に対向する領域には、各圧力発生室12毎に独立して圧電振動子が設けられているが、本実施形態では、下電極膜60は圧電振動子の共通電極とし、上電極膜80を圧電振動子の個別電極としているが、駆動回路や配線の都合でこれを逆にしても支障はない。また、本実施形態では、圧電体膜70を各圧力発生室12に対応して個別に設けたが、圧電体膜を全体に設け、上電極膜80を各圧力発生室12に対応するように個別に設けてもよい。何れの場合においても、各圧力発生室12毎に圧力能動部が形成されることになる。

【0037】そして、かかる各上電極膜80の上面の少なくとも周縁、及び圧電体膜70の側面を覆うように電気絶縁性を備えた絶縁体層90が形成されている。絶縁体層90は、成膜法による形成やまたエッティングによる整形が可能な材料、例えば酸化シリコン、窒化シリコン、有機材料、好ましくは剛性が低く、且つ電気絶縁性に優れた感光性ポリイミドで形成するのが好ましい。

【0038】ここで、シリコン単結晶基板からなる流路形成基板10上に、圧電体膜70等を形成するプロセスを図4を参照しながら説明する。

【0039】図4(a)に示すように、まず、流路形成基板10となるシリコン単結晶基板のウェハを約1100°Cの拡散炉で熱酸化して二酸化シリコンからなる弾性膜50を形成する。

【0040】次に、図4(b)に示すように、スパッタリングで下電極膜60を形成する。下電極膜60の材料としては、Pt等が好適である。これは、スパッタリングやソルゲル法で成膜する後述の圧電体膜70は、成膜後に大気雰囲気下又は酸素雰囲気下で600~1000°C程度の温度で焼成して結晶化させる必要があるからである。すなわち、下電極膜70の材料は、このような高温、酸素雰囲気下で導電性を保持できなければならず、殊に、圧電体膜70としてPZTを用いた場合には、Ptの拡散による導電性の変化が少ないことが望ましく、これらの理由からPtが好適である。

【0041】次に、図4(c)に示すように、圧電体膜

70を成膜する。この圧電体膜70の成膜にはスパッタリングを用いることもできるが、本実施形態では、金属有機物を溶媒に溶解・分散したいわゆるゾルを塗布乾燥してゲル化し、さらに高温で焼成することで金属酸化物からなる圧電体膜70を得る、いわゆるゾルゲル法を用いている。圧電体膜70の材料としては、チタン酸ジルコン酸鉛(PZT)系の材料がインクジェット式記録ヘッドに使用する場合には好適である。

【0042】次に、図4(d)に示すように、上電極膜80を成膜する。上電極膜80は、導電性の高い材料であればよく、Al、Au、Ni、Pt等の多くの金属や、導電性酸化物等を使用できる。本実施形態では、Ptをスパッタリングにより成膜している。

【0043】次に、図5に示すように、下電極膜60、圧電体膜70及び上電極膜80をパターニングする。

【0044】まず、図5(a)に示すように、下電極膜60、圧電体膜70及び上電極膜80と一緒にエッチングして下電極膜60の全体パターンをパターニングする。次いで、図5(b)に示すように、圧電体膜70及び上電極膜80のみをエッチングして圧電体能動部320のパターニングを行う。次に、図5(c)に示すように、各圧力発生室12(図5では圧力発生室12は形成前であるが、破線で示す)の幅方向両側に対向した領域である圧電体能動部320の両側の振動板の腕に相当する部分の下電極膜60を除去することにより、下電極膜除去部350を形成する。このように下電極膜除去部350を設けることにより、圧電体能動部320への電圧印加による変位置の向上を図るものである。

【0045】なお、下電極除去部350は、下電極膜60を完全に除去せずに、厚さを薄くしたものでもよい。また、圧電体能動部320の腕部に相当する部分に下電極除去部350を形成しているが、これに限定されず、例えば、圧電体能動部320の両端部よりも長手方向外側まで形成するようにしてもよいし、圧力発生室12の周縁部ほぼ全体に亘って形成してもよい。勿論、この下電極除去部350は、必ずしも設ける必要はない。

【0046】以上のように、下電極膜60等をパターニングした後には、好ましくは、各上電極膜80の上面の少なくとも周縁、及び圧電体膜70および下電極膜60の側面を覆うように電気絶縁性を備えた絶縁体層90を形成する(図1参照)。

【0047】そして、絶縁体層90の各圧電体能動部320の一端部に対応する部分の上面を覆う部分の一部には後述する導電体膜100と接続するために上電極膜80の一部を露出させるコンタクトホール90aが形成されている。そして、このコンタクトホール90aを介して各上電極膜80に一端が接続し、また他端が接続端子部に延びる導電体膜100が形成されている。

【0048】このような絶縁体層及び導電体膜の形成プロセスを図6に示す。

【0049】まず、図6(a)に示すように、上電極膜80の周縁部、圧電体膜70および下電極膜60の側面を覆うように絶縁体層90を形成する。この絶縁体層90の好適な材料は上述した通りであるが、本実施形態ではネガ型の感光性ポリイミドを用いている。

【0050】次に、図6(b)に示すように、絶縁体層90をパターニングすることにより、各圧力発生室12のインク供給側の端部近傍に対応する部分にコンタクトホール90aを形成する。このコンタクトホール90aは、後述する導電体膜100と上電極膜80との接続をするためのものである。なお、コンタクトホール90aは、圧力発生室12の圧電体能動部320に対応する部分に設ければよく、例えば、中央部やノズル側端部に設けてもよい。

【0051】次に、例えば、Cr-Auなどの導電体を全面に成膜した後、パターニングすることにより、導電体膜100を形成する。

【0052】このように形成された導電体膜100と圧電体能動部320との位置関係を図7に示す。

【0053】図7に示すように、圧電体膜70および上電極膜80からなる圧電体能動部320は、圧力発生室12に対向する領域内に設けられており、導電体膜100は、圧力発生室12の幅よりも幅広で、圧力発生室12の長手方向端部からコンタクトホール90a上方まで延設されている。すなわち、導電体膜100は圧力発生室12の3方向の周壁に対向する領域を覆うように形成されている。

【0054】このような構造にすることにより、導電体膜100に発生した応力は、圧力発生室12の複数の周壁、本実施形態では3方向の周壁に受け止められるため、コンタクトホール90a近傍の圧電体能動部320に作用する応力が低減され、圧電体能動部320の剥がれ及び割れ等を防止することができる。また、導電体膜100をコンタクトホール90a近傍を覆うように形成したことにより、コンタクトホール90aの外縁部全体から上電極80へ流れ込むことになり、電流密度の集中が低減され、マイグレーションに起因する絶縁破壊等を防止することができると考えられる。

【0055】以上が膜形成プロセスである。このようにして膜形成を行った後、図6(c)に示すように、前述したアルカリ溶液によるシリコン単結晶基板の異方性エッチングを行い、圧力発生室12等を形成する。

【0056】また、このようなインクジェット式記録ヘッドでは、上述の一連の膜形成及び異方性エッチングで、一枚のウェハ上に多数のチップを同時に形成し、プロセス終了後、図1に示すような一つのチップサイズの流路形成基板10毎に分割する。また、分割した流路形成基板10を、封止板20、共通インク室形成基板30、及びインク室側板40と順次接着して一体化し、インクジェット式記録ヘッドとする。

【0057】このように構成したインクジェット式記録ヘッドは、図示しない外部インク供給手段と接続したインク導入口42からインクを取り込み、共通インク室31からノズル開口11に至るまで内部をインクで満たし後、図示しない外部の駆動回路からの記録信号に従い、導電体膜100を介して下電極膜60と上電極膜80との間に電圧を印加し、弾性膜50、下電極膜60及び圧電体膜70をたわみ変形させることにより、圧力発生室12内の圧力が高まりノズル開口11からインク滴が吐出する。

【0058】(実施形態2) 図8には、実施形態2に係るインクジェット式記録ヘッドの導電体膜及び圧電体能動部の位置関係を示す。

【0059】本実施形態は、導電体膜100Aを圧力発生室12の一方側壁及び一端部の二方向に延びるようにパターニングした以外は実施形態1と同様である。なお、本実施形態では、圧電体層及び上電極を圧力発生室12の一端部から周壁上まで延設するように設けているが、これは本発明の趣旨とは直接関係ない。

【0060】したがって、このような構造にすることにより、実施形態1と同様に、導電体膜100Aに発生した応力が複数の周壁、本実施形態では2方向の周壁に受け止められ、圧電体能動部320の端部付近にかかる応力を低減でき、剥がれ、割れ等を防止することができる。また、2方向の周壁で導電体膜100の応力を受け止めるようにしたので、圧電体能動部320の変位置の大幅な低下も抑えることができる。さらに、導電体膜100をコンタクトホール90aの近傍全体を覆うように形成したことにより、コンタクトホール90aの外縁全体から上電極80へ電流が流れ込むことにより、電流密度の集中が低減される。

【0061】(実施形態3) 図9には、実施形態3に係るインクジェット式記録ヘッドの導電体膜及び圧電体能動部の位置関係を示す。

【0062】本実施形態は、導電体膜100Bをコンタクトホール90aの圧力発生室12の長手方向に沿った寸法より幅広で、圧力発生室12の両側壁を跨ぐように形成し、さらに、その両端部は両側壁に沿って延設されている以外は実施形態1と同様である。また、本実施形態の効果は、実施形態2と同様である。なお、本実施形態では圧力発生室12の両側壁に外部と接続するパターンを設けることにより、所望の高電圧を容易に印加することが可能となる。

【0063】(実施形態4) 図10には、実施形態4に係るインクジェット式記録ヘッドの導電体膜及び圧電体能動部の位置関係を示す。

【0064】本実施形態は、コンタクトホール90aを圧電体能動部320の長手方向略中央部に形成した以外は実施形態3と同様であり、導電体膜100Cをコンタクトホール90a上面で、圧力発生室12の両側壁を跨

ぐように形成している。なお、外部との接続部となるパターンは実施形態3と異なり、一方の側壁に沿って延設されているが、その他の点では、実施形態3と同様の効果を奏する。

【0065】(他の実施形態) 以上、本発明の各実施形態を説明したが、インクジェット式記録ヘッドの基本的構成は上述したものに限定されるものではない。

【0066】例えば、上述した封止板20の他、共通インク室形成板30をガラスセラミックス製としてもよく、さらには、薄肉膜41を別部材としてガラスセラミックス製としてもよく、材料、構造等の変更は自由である。

【0067】また、上述した実施形態では、ノズル開口を流路形成基板10の端面に形成しているが、面に垂直な方向に突出するノズル開口を形成してもよい。

【0068】このように構成した実施形態の分解斜視図を図11、その流路の断面を図12にそれぞれ示す。この実施形態では、ノズル開口11が圧電振動子とは反対のノズル基板120に穿設され、これらノズル開口11と圧力発生室12とを連通するノズル連通口22が、封止板20、共通インク室形成板30及び薄肉板41A及びインク室側板40Aを貫通するように配されている。

【0069】なお、本実施形態は、その他、薄肉板41Aとインク室側板40Aとを別部材とし、インク室側板40に開口40bを形成した以外は、基本的に上述した実施形態と同様であり、同一部材には同一符号を付して重複する説明は省略する。

【0070】ここで、この実施形態においても、実施形態1～4と同様に、導電体膜を、圧力発生室の複数の周壁を覆うように形成することにより、圧電体能動部に作用する応力を低減させ、割れ等の発生を防止することができる。

【0071】また、勿論、共通インク室を流路形成基板に形成したタイプのインクジェット式記録ヘッドにも同様に応用できる。

【0072】また、以上説明した各実施形態は、成膜及びリソグラフィプロセスを応用することにより製造できる薄膜型のインクジェット式記録ヘッドを例にしたが、勿論これに限定されるものではなく、例えば、基板を積層して圧力発生室を形成するもの、あるいはグリーンシートを貼付もしくはスクリーン印刷等により圧電体膜を形成するもの、又は結晶成長により圧電体膜を形成するもの等、各種の構造のインクジェット式記録ヘッドに本発明を採用することができる。

【0073】さらに、上述した各実施形態では、振動板として下電極膜とは別に弾性膜を設けたが、下電極膜が弾性膜を兼ねるようにしてもよい。

【0074】また、圧電振動子と導電体膜との間に絶縁体層を設けた例を説明したが、これに限定されず、例えば、絶縁体層を設けないで、各上電極に異方性導電膜を

熱溶着し、この異方性導電膜を導電体膜と接続したり、その他、ワイヤボンディング等の各種ボンディング技術を用いて接続したりする構成としてもよい。

【0075】このように、本発明は、その趣旨に反しない限り、種々の構造のインクジェット式記録ヘッドに応用することができる。

【0076】

【発明の効果】以述のように、本発明によれば、導電体膜を圧力発生室の複数の周縁部に対向する領域を覆うように形成することで、導電体膜にかかる応力が周縁部に受け止められ、コンタクトホール近傍での圧電体能動部に作用する応力が低減されることにより、また、導電体膜を比較的広い幅で形成しているため、コンタクトホール内の導電体膜と上電極との接続部分に流れ込む電流密度が低減され、割れ等の発生を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドの分解斜視図である。

【図2】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドを示す図であり、図1の平面図及び断面図である。

【図3】図1の封止板の変形例を示す図である。

【図4】本発明の実施形態1の薄膜製造工程を示す図である。

【図5】本発明の実施形態1の薄膜製造工程を示す図である。

【図6】本発明の実施形態1の薄膜製造工程を示す図である。

【図7】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの要部を示す平面図である。

【図8】本発明の実施形態2に係るインクジェット式記録ヘッドの要部を示す平面図である。

【図9】本発明の実施形態3に係るインクジェット式記録ヘッドの要部を示す平面図である。

【図10】本発明の実施形態4に係るインクジェット式記録ヘッドの要部を示す平面図である。

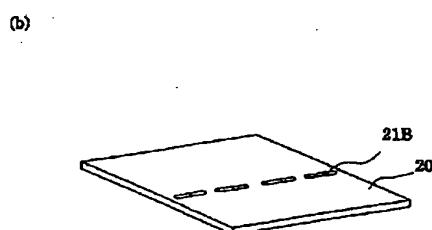
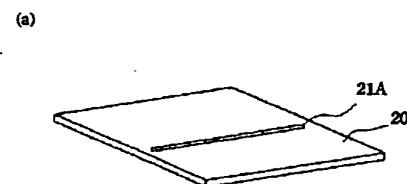
【図11】本発明の他の実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドの分解斜視図である。

【図12】本発明の他の実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドを示す断面図である。

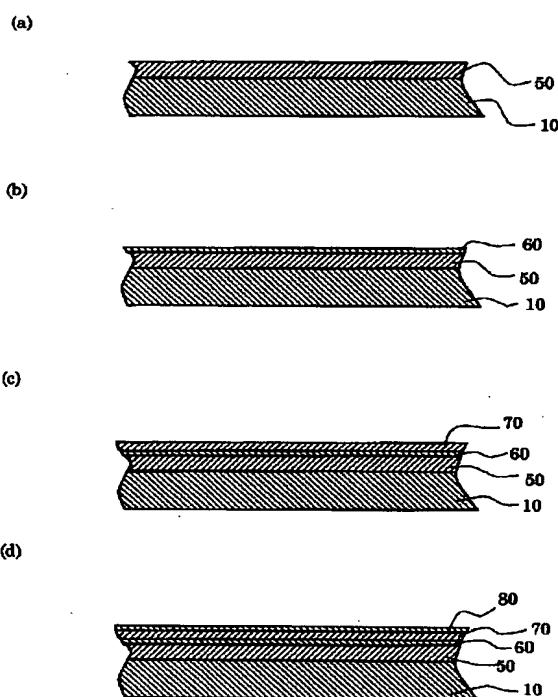
【符号の説明】

- 10 流路形成基板
- 11 ノズル開口
- 12 圧力発生室
- 50 弾性膜
- 60 下電極膜
- 70 圧電体膜
- 80 上電極膜
- 90 絶縁体層
- 100 導電体膜
- 320 圧電体能動部
- 350 下電極除去部

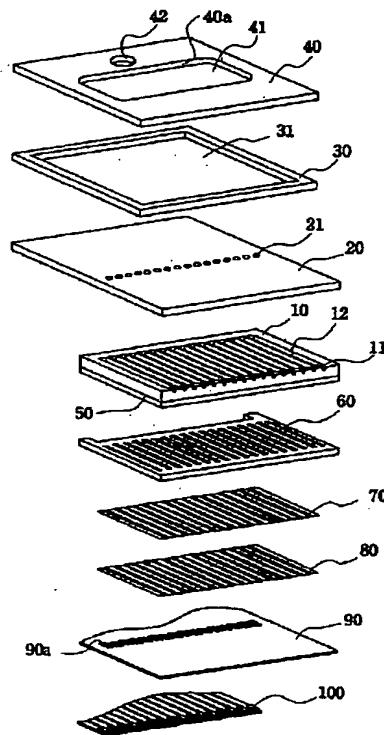
【図3】



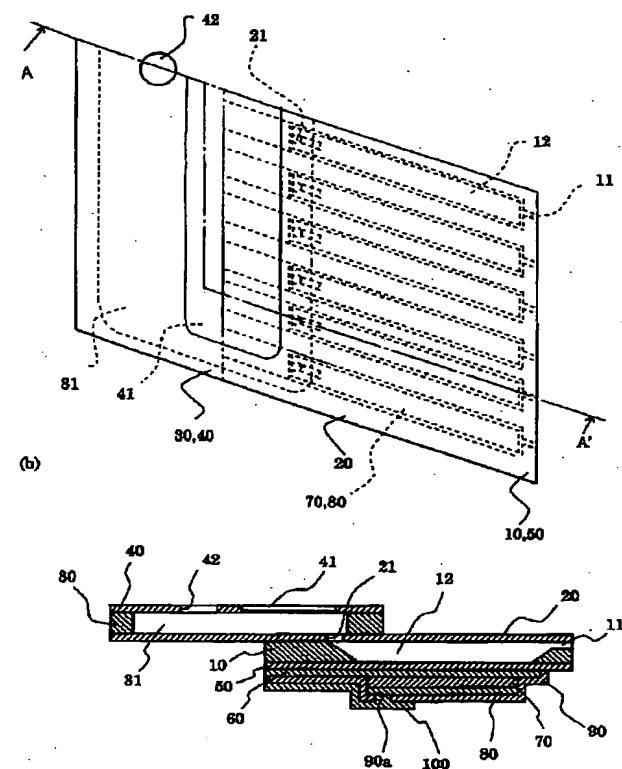
【図4】



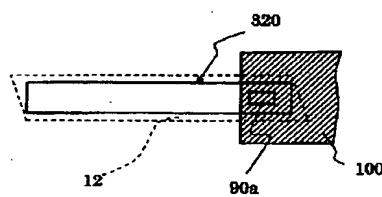
【図1】



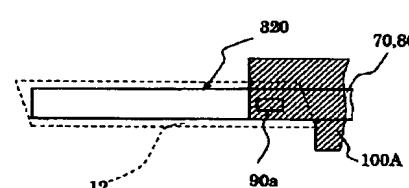
【図2】



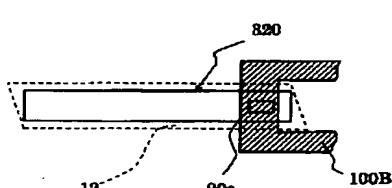
【図7】



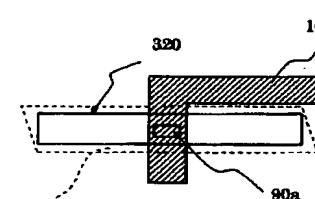
【図8】



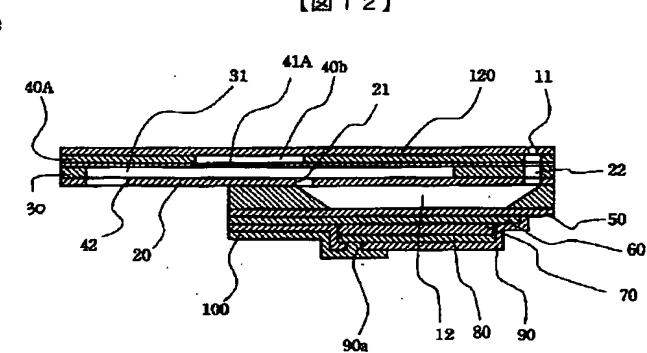
【図9】



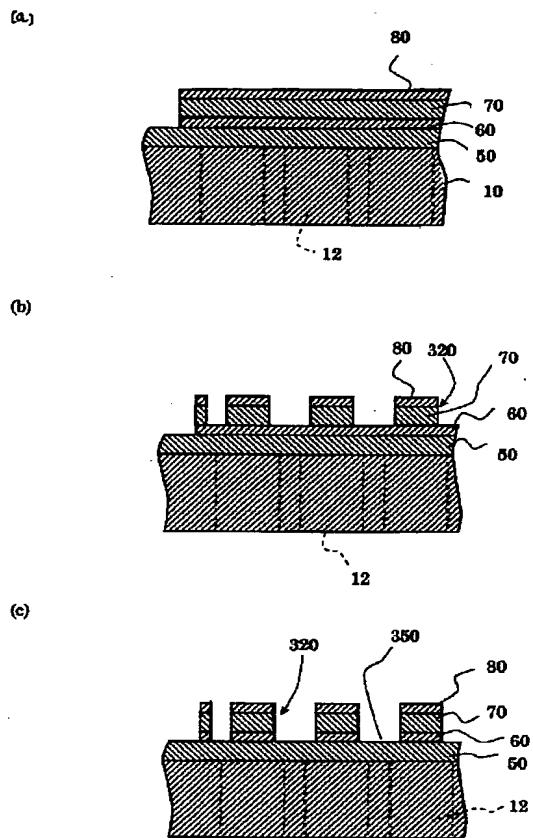
【図10】



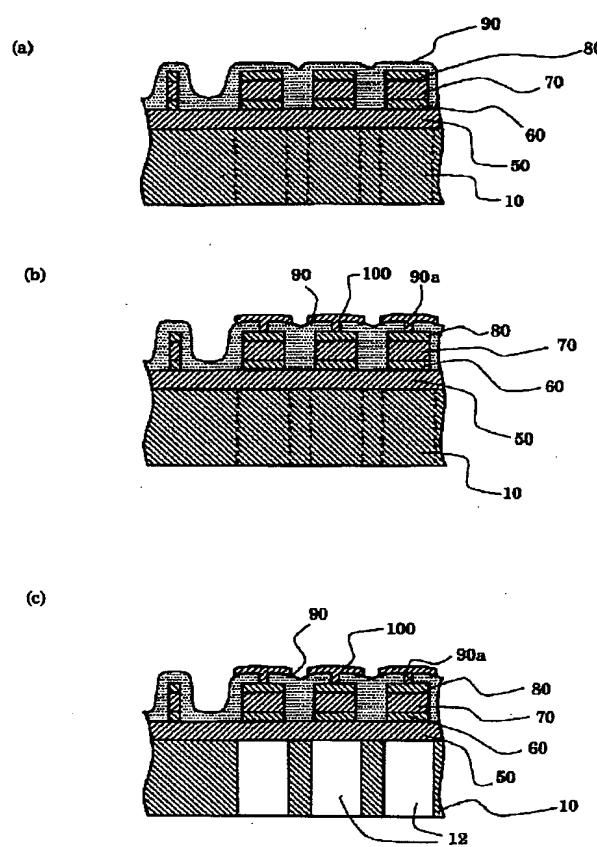
【図12】



【図5】



【図6】



【図11】

